

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-255518

(43)Date of publication of application : 11.09.2002

(51)Int.Cl.

C01B 31/02

(21)Application number : 2001-054344

(71)Applicant : JAPAN ATOM ENERGY RES INST

(22)Date of filing : 28.02.2001

(72)Inventor : WATANABE SATOSHI

ISHIOKA NORIKO

SEKINE TOSHIAKI

CHO AKIHIKO

KOIZUMI MITSUO

MURAMATSU HISAKAZU

SHIMOMURA HARUHIKO

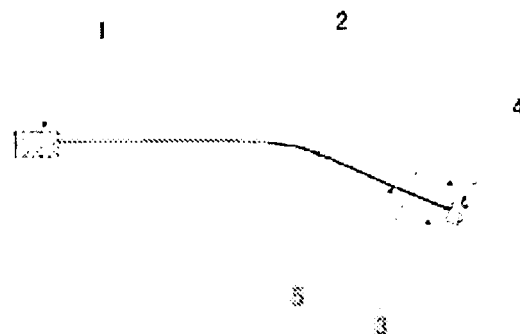
YOSHIKAWA HIROSUKE

(54) PRODUCTION METHOD FOR FULLERENE SELECTIVELY INCLUDING ISOTOPE ATOM BY ION IMPLANTATION METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method by which a radioactive isotope is included into fullerene by an ion implantation method.

SOLUTION: The production method for fullerene including a specific isotope such as a radio active isotope is a method implanting the isotope using fullerene or a fullerene derivative as a target and an ion injector equipped with a mass spectrometry magnet.



* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]A manufacturing method of atomic intension fullerene targeting fullerene and a fullerene derivative and carrying out the ion implantation of the specific isotopes, such as radioisotope, using an ion-implantation machine equipped with a mass analysis magnet.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to making fullerene include radioisotope etc. Ion implantation is used in order to manufacture isotope intension fullerene.

[0002]

[Description of the Prior Art] As a manufacturing method of intension fullerene using ion implantation, alkali element intension fullerene (Tellgmann R. et al., Nature 382, and 407-408 (1996).), such as Li N intension fullerene (Weidinger A. et al., Appl. Phys. A 66, and 287-292) and (1998) helium, Ne intension fullerene (Shimshi R. et al., J. Am. Chem. Soc. 119, and 1163-1164) (1997) etc. are reported. These are all the manufacturing methods about non-isotope alternative intension fullerene. The manufacturing method of the fullerene which included Xe-127 which is a radioactive isotope of a xenon, The thing (Ohtsuki T. et al. and Physical Review Letters 81,967-970 (1998)) using the anti-¹²⁷I(d, two n) ¹²⁷Xe reaction is reported.

[0003] However, when a nuclear reaction is used, radioisotope intension fullerene other than the purpose may generate. The target isotope is included in a carbon rod electrode, and the method of manufacturing isotope intension fullerene by arc discharge process is reported (Ambe F., J. Radioanal. Nucl. Chem. 243, and 21-25 (2000)). However, various-sorts generation of the fullerene kind of metallofullerene made by this method cannot be carried out, and it cannot make intension fullerene of arbitrary fullerene kinds.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] although the manufacturing method of Li by an ion implantation, N, helium, and Ne intension fullerene is reported as a Prior art -- these -- all -- a non-isotope -- it is alternative. Although the manufacturing method of radioisotope intension fullerene using a nuclear reaction is reported, isotope intension fullerene other than the purpose cannot generate, and single isotope intension fullerene cannot be made.

[0005]Although the manufacturing method of isotope intension fullerene using arc discharge process is reported, This cannot generate intension fullerene of arbitrary fullerene kinds (in addition to this, existence of many fullerene kinds is clear including fullerene derivatives, such as C_{60} , C_{70} , and C_{82}).

Then, this invention is originated in order to solve these problems.

[0006]

[Means for Solving the Problem]This invention can manufacture intension fullerene which does not contain any isotopes other than the purpose by using an ion-implantation machine in which an ion implantation of a single isotope is possible. Intension fullerene of arbitrary fullerene kinds can be manufactured from the ability of fullerene kinds arbitrary as a target of an ion implantation to be chosen.

[0007]

[Embodiment of the Invention]In order to carry out the ion implantation of the single isotope by this invention about an ion implantation with an ion-implantation machine, the ion-implantation machine (drawing 1) provided with the mass analysis magnet is used. The outline of the ion-implantation machine is shown below. The target 4 is installed in the target chamber 3 of an ion-implantation machine, and an ion implantation is performed in a vacuum. At this time, various ion generated by the ion source 1 is carried by the mass analysis magnet 2 as an ion beam. Since mass separation of an ion beam is performed here, the ion implantation only of the target isotope ion beam 5 is carried out to the target 4.

[0008]As a target of an ion implantation, arbitrary fullerene kinds also including a fullerene derivative are used about a target. The ion-implantation machine used by this invention is usually worked by 40 keV in order to carry out mass separation of the specific isotope, but since it is too high as incidence energy of isotope ion when manufacturing isotope intension fullerene, the ion needs to be slowed down. Then, how [two] the retardation methods shown below differ are used.

(1) Mix fullerene and a moderator (powder, such as CsI) at an arbitrary rate, create the target of a pellet type, and perform the ion implantation of an isotope to this.

(2) Vapor-deposit fullerene to a metallic foil and create a thin film target. The slit which applied the voltage of + to the front face of this thin film target as a reduction gear is installed, and the ion implantation of an isotope is performed. Xe-133 which is radioisotope is mentioned as an example below, and the concrete example of this invention is shown.

[0009]

[Example] ^{133}Xe gas 200 MBq was transported to the 3.8-l. sample cylinder by the vacuum line. The same cylinder was filled up also with the ^{129}Xe enriched isotope of about 3 cm^3 as an index of the mass in mass separation. This cylinder was connected to the Nielsen type ion source of an ion-implantation machine, and the ion implantation of the ^{133}Xe was carried out to the fullerene which is a target in 40 keV. The target was created by two kinds of methods. The 1st considered CsCl (0.8g) as the support, it carried out application-of-pressure molding of what mixed the fullerene (C_{60}) of 50 mg,

and Csl of 18 mg, and produced the pellet (diameter 18 mm). the 2nd uses an evaporation apparatus -- Ni foils (25x25 mm) -- fullerene (C_{60}) -- about -- that of which 1.5 mum vacuum evaporation was done was targeted. When using this Ni-foils evaporation target, the slit which applied the voltage of + to the front face of a target as a reduction gear was installed, and 0.5 - 3 keV was made to slow down $^{133}\text{Xe}^+$ ion. These targets were dissolved in o-dichlorobenzene after the ion implantation, and high performance chromatography (HPLC) analyzed fullerene. The eluate was isolated preparatively and the radioactivity of Xe-133 was measured. Since the peak of the fullerene by HPLC and the peak of Xe-133 in an eluate were in agreement, it was checked that Xe-133 intension fullerene is generating. The rate of the radioactivity of Xe-133 included by the fullerene to the radioactivity of all the Xe-133 by which the ion implantation was carried out to the target was computed as capture probability.

[Equation 1]

$$\text{捕獲確率(\%)} = \frac{\text{Xe-133 内包フラーレンの放射能}}{\text{ターゲットにイオン注入されたXe-133の放射能}} \times 100$$

When the pellet created on the conditions mentioned above was used, capture probability showed the maximum (0.28%) at the present stage. Isolation of the Xe-133 intension fullerene from the fullerene which is a target, It is theoretically possible by using HPLC (DiCamillo B. A. et al., J. Phys. Chem. 100 (22), and 9197-9201 (2000)). Although the example of the ion implantation of Xe-133 was shown here, if it is an ionizable isotope, all the isotope intension fullerene of them can be theoretically made using this invention.

[0010]

[Effect of the Invention] By this invention, the isotope intension fullerene of arbitrary fullerene kinds can be made, excluding any isotopes other than the purpose. The created isotope intension fullerene may be use by nuclear medicine. It is thought that it can be used as a remedy of cancer if Xe-133 intension fullerene is changed into a chemical form which gather for cancer, since Xe-133 of an example is a beta⁻ line emission nuclide.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a figure showing the ion-implantation machine for manufacturing isotope intension fullerene.

[Description of Notations]

- 1 Ion source
- 2 Mass analysis magnet
- 3 Target chamber
- 4 Target
- 5 The target isotope ion beam

[Translation done.]

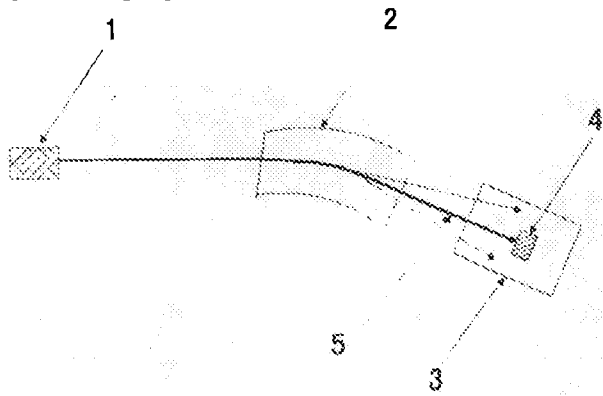
* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-255518
(P2002-255518A)

(43) 公開日 平成14年9月11日 (2002.9)

(51) Int. Cl.

識別記号

F I

7-73-1 (参)

C 0 1 B 31/02

1 0 1

C 0 1 B 31/02

1 0 1 F 4 G 0 4 6

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 3)

(21) 出願番号 特願2001-54344 (P2001-54344)

(22) 出願日 平成13年2月28日 (2001.2.28)

特許法第30条第1項適用申請有り 平成12年9月12日
日本放射化学会発行の「日本放射化学会誌 第1巻別冊
2」に掲載

(71) 出願人 000004037

日本原子力研究所
東京都千代田区内幸町2丁目2番2号

(72) 発明者 渡辺 智

群馬県高崎市綿貫町1233番地 日本原
研究所高崎研究所内

(72) 発明者 石岡 典子

群馬県高崎市綿貫町1233番地 日本原
研究所高崎研究所内

(74) 代理人 100399705

弁理士 社本 一夫 (外5名)

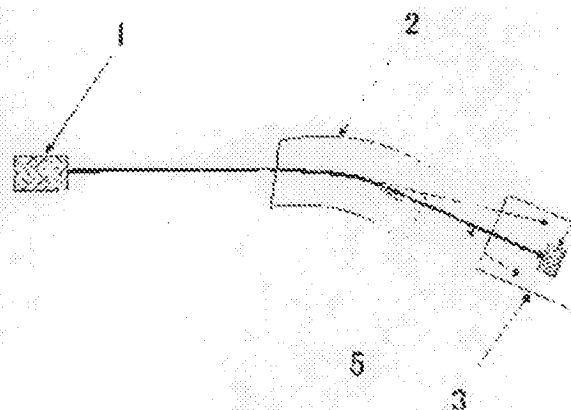
最終頁に

(54) 【発明の名称】 イオン注入法による同位元素選択的原子内包フラーレンの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 イオン注入法により放射性同位元素等をフラーレンに内包させることに関する。

【解決手段】 質量分析マグネットを装備したイオン注入器を用い、フラーレンおよびフラーレン誘導体をターゲットとして放射性同位元素等の特定同位元素をイオン注入する原子内包フラーレンの製造方法。



(2)

特開2002-2555

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 質量分析マグネットを装備したイオン注入器を用い、フラーレンおよびフラーレン誘導体をターゲットとして放射性同位元素等の特定同位元素をイオン注入することを特徴とする原子内包フラーレンの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、放射性同位元素等をフラーレンに内包させることに関するものであり、同位元素内包フラーレンを製造するためにイオン注入法を用いることを特徴とするものである。

【0002】

【従来の技術】イオン注入法を用いた内包フラーレンの製造方法としては、Li等のアルカリ元素内包フラーレン（Tellmann R. et al., Nature 382, 407-408 (1996)）、N内包フラーレン（Weidinger A. et al., Appl. Phys. A 66, 287-292 (1998)）およびHe、Ne内包フラーレン（Shimshi R. et al., J. Am. Chem. Soc. 119, 1163-1164 (1997)）などが報告されている。これらすべて、非同位元素選択的内包フラーレンに関する製造方法である。また、キセノンの放射性同位体であるXe-127を内包したフラーレンの製造方法は、¹³³I(d, 2n) ¹³³Xe反応における反核エネルギーを利用したもの（Ohtsuka T. et al., Physical Review Letters 81, 967-970 (1998)）が報告されている。

【0003】しかし、核反応を用いた場合、目的以外の放射性同位元素内包フラーレンが生成する可能性がある。さらに、目的の同位元素を炭素管電極に含ませておき、アーク放電法により同位元素内包フラーレンを製造する方法が報告されている（Ambe F., J. Radioanal. Nucl. Chem. 243, 21-25 (2000)）。しかし、この方法で作られた金属内包フラーレンのフラーレン種は、多相生成してしまい、任意のフラーレン種の内包フラーレンを作ることができない。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来の技術として、イオン注入によるLi、N、HeおよびNe内包フラーレンの製造方法が報告されているが、これらすべて非同位元素選択的なものである。また、核反応を用いた放射性同位元素内包フラーレンの製造方法が報告されているが、目

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、単一の元素のイオン注入が可能なイオン注入器を用いることにより、目的以外の同位元素を含まない内包フラーレンを製造できる。さらに、イオン注入のターゲットとしてのフラーレン種を選べることから、任意のフラーレンの内包フラーレンを製造することができる。

【0007】

【発明の実施の形態】イオン注入器によるイオンについて

本発明では、単一の同位元素をイオン注入する質量分析マグネットを備えたイオン注入器（図1）を用いる。以下にそのイオン注入器の概要を示す。イオン注入器のターゲットチャンバー4中にターゲット4を真空状態でイオン注入を行う。このとき、イオン生成された種々のイオンはイオンビームとして質量マグネット3に運ばれる。ここでイオンビームの分離が行われるため、ターゲット4には目的の同位イオンビームだけがイオン注入される。

【0008】ターゲットについて

イオン注入のターゲットとしては、フラーレン誘導体で任意のフラーレン種を用いる。また、本発明のイオン注入器は特定の同位元素を質量分離するため、通常40 keVで稼働させるが、同位元素内包フラーレンを製造する上で、同位元素イオンの入射エネルギーが高すぎるため、そのイオンの減速が必要で、そこで、以下に示す減速法の異なる2つの方法を用いる。

（1）フラーレンと減速材（CsI等の粉末）を任意割合で混合してペレット状のターゲットを作成し、同位元素のイオン注入を行う。

（2）金属箱にフラーレンを蒸着して薄膜ターゲットを作成する。この薄膜ターゲットの前面に減速装置の電圧をかけたスリットを設置して同位元素のイオン注入を行う。以下に放射性同位元素であるXe-127にあげ、本発明の具体的な実施例を示す。

【0009】

【実施例】¹³³Xeガス200 MBqを真空ラインによりトリプル試料ポンプに移送した。質量分析における指標として約3 cm³の¹³³Xe蒸気同位体も同じポンプした。このポンプをイオン注入器のWeiser型・

(3)

特開2002-2556

3

4

置して¹³³Xeイオンを0.5〜3 keVに減速させた。イオン注入後、これらのターゲットをα-シクロロベンゼンに溶解し、高速液体クロマトグラフィー（HPLC）によりフラーレンを分析した。また、溶出液を分取して、Xe-133の放射能を測定した。HPLCによるフラーレンのピークと溶出液中のXe-133のピークが一致したことから、Xe-133内包

* 包フラーレンが生成していることが確認された。ターゲットにイオン注入されたすべてのXe-133のに対するフラーレンに内包されたXe-133の放射能を捕獲効率として算出した。

【数1】

$$\text{捕獲効率(\%)} = \frac{\text{Xe-133 内包フラーレンの放射能}}{\text{ターゲットにイオン注入されたXe-133の放射能}} \times 100$$

上述した条件で作成したペレットを用いた時の捕獲効率は、現段階で最大値（0.28%）を示した。なお、ターゲットであるフラーレンからのXe-133内包フラーレンの分離は HPLCを用いることにより (DiCarillo B. A. et al., J. Phys. Chem., 100(22), 9197-9201 (2000)) 原理的には可能である。また、ここではXe-133のイオン注入の例を示したが、イオン化が可能な同位元素であれば、原理的にはそれらすべての同位元素内包フラーレンを本発明を用いて作ることができる。

【0016】

【発明の効果】本発明により、目的以外の同位元素を含まず、かつ任意のフラーレン種の同位元素内包フラーレンを作ることができる。さらに、作成した同位元素内包*

* フラーレンは核医学での利用の可能性もある。実
Xe-133はβ⁻線放出核種であるため、Xe-133内包フラーレンを癌に集まるような化学形に変換すれば、癌薬として利用できると考えられる。

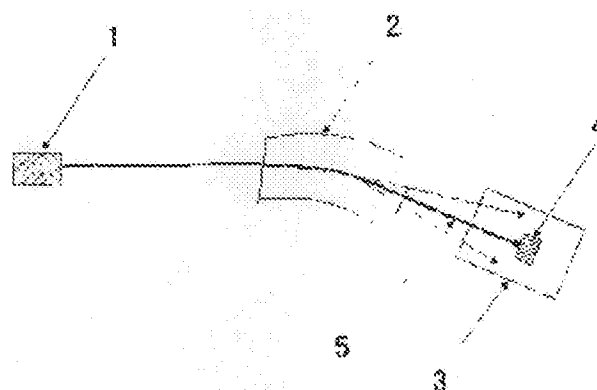
【図面の簡単な説明】

【図1】 同位元素内包フラーレンを製造する装置を示した図である。

【符号の説明】

- 1・・・イオン源
- 2・・・質量分析マグネット
- 3・・・ターゲットチャンバー
- 4・・・ターゲット
- 5・・・目的の同位元素イオンビーム

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 関根 俊明

群馬県高崎市綿貫町1233番地 日本原子力

(72)発明者 村松 久和

長野県長野市大字西長野6の口 信

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-313662

(43)Date of publication of application : 06.11.2003

(51)Int.Cl.

C23C 14/44

(21)Application number : 2002-124228

(71)Applicant : YAMASHITA MUTSUO

(22)Date of filing : 25.04.2002

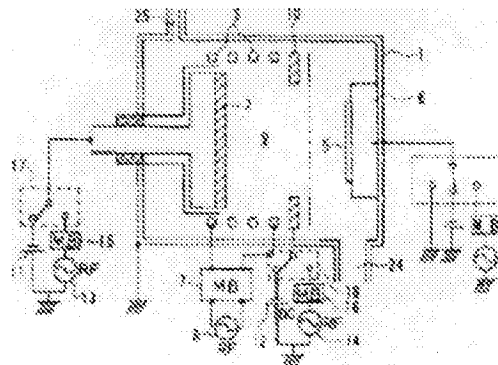
(72)Inventor : YAMASHITA MUTSUO

(54) SPUTTERING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve a productivity in an inductively coupled high-frequency plasma sputtering apparatus by increasing a film-forming rate.

SOLUTION: The apparatus is equipped with a target 2 to which a direct current power or a high-frequency power is fed and a high-frequency coil 3 to which the high-frequency power is fed inside a vacuum chamber 1. The apparatus efficiently uses high-density plasma by placing a sputtering surface of the target 2 inside the high-frequency coil 3 having high plasma density.



* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]A sputtering system which is provided with the following and characterized by having arranged a sputtering surface of said target inside said high frequency coil.

A target with which direct current power is supplied in a vacuum chamber.

A high frequency coil in which high-frequency power is supplied.

[Claim 2]The sputtering system according to claim 1 which replaced with said target at said direct current power, and enabled supply of high-frequency power.

[Claim 3]While making said target into a rod-like structure prolonged in a longitudinal direction, making the end side of the longitudinal direction insertion inside said high frequency coil and considering it as said sputtering surface, The sputtering system according to claim 1 or 2 which a sputtering surface by the side of this end makes move said target to a longitudinal direction, and supplies according to consumption of a target material by the side of said end so that it may be located inside said high frequency coil.

[Claim 4]The sputtering system according to any one of claims 1 to 3 which said target was used as a main target, and this main target has been arranged at one end slippage of said high frequency coil, and has arranged an annular auxiliary target in which direct current power is supplied in said vacuum chamber to the other end side of said high frequency coil.

[Claim 5]The sputtering system according to claim 4 which replaced with said auxiliary target at said direct current power, and enabled supply of high-frequency power.

[Claim 6]The sputtering system according to any one of claims 1 to 5 provided with a magnetic field applying means which adds a vertical DC magnetic field to weld slag space to a medial axis inside said high frequency coil.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]Especially this invention relates to the sputtering system which obtained high density plasma by inductive-coupling type high frequency discharge in more detail about various kinds of high quality needed in the field of micro-machining art or surface treatment art, and a suitable sputtering system to create a highly efficient thin film efficiently.

[0002]

[Description of the Prior Art]The sputtering technique which is one of the thin-film-forming methods has many features -- that the kind of thin film-sized material can be chosen broadly, or the bond strength to the substrate of a formation film is high. Although membrane formation speed was slow and the application to a manufacturing system had a limit also about the sputter deposition rate by an early direct-current monotonous two pole sputtering technique and high frequency two pole sputtering technique, this problem improves dramatically by development of magnetron sputtering equipment and an opposite target type sputter device. For this reason, these sputtering techniques occupy the central status in various kinds of thin-film-forming methods now.

[0003]Since most sputtered particles are in a neutral state electrically and sputtered particles are scattered about by the collision with discharge support gas particles, such as argon, during flight toward a substrate by these sputtering techniques on the other hand, It is dramatically difficult to control the energy and its orbit of the deposition sputtered particles which enter into a substrate face. Therefore, correspondence is becoming difficult at manufacture of the applicable field which has accomplished remarkable development, for example, micro [which need a quality thin film], and a super-high-density electronic circuit, or development of a new highly efficient element.

[0004]As one of the means to solve these problems, a helical antenna coil is installed ahead of the target of the magnetron sputtering equipment of a conventional type, and the high-frequency-discharge plasma support type magnetron sputtering equipment which supplied high-frequency power to this is developed in recent years. In this device, the degree plasma of high-density required

for high-speed weld slag, It has generated by the magnetron discharge by the direct current power or high-frequency power supplied mainly to a target, and a helical antenna coil bears the duty of ionization of discharge support gas or sputtered particles chiefly.

[0005]It is necessary to install a magnet in the back side of a target material, and to generate a magnetic field required for magnetron discharge near the surface of this in this method. For this reason, the structure of a cathode electrode of holding a target not only becomes complicated, but the thickness of a target has restrictions. In a ferromagnetic material like especially iron, the thickness of this is restricted to several millimeters or less. Weld slag material is exhausted locally and worsens utilization efficiency of material dramatically.

[0006]As what made possible the high-speed weld slag of this ferromagnetic material, an inductive-coupling type high frequency plasma sputtering system is devised by the applicant for a patent concerned, It is already opened to the public by literature, for example,

M.Yamashita:J.Vac.Sci.Technol., A7, 151(1989).Mutsuo Yamashita:J.Vac.Sci.Jpn (vacuum), Vol.44, No5, and 32 (2001).

[0007]This inductive-coupling type high frequency plasma sputtering system, As shown in drawing 4, between the plate-like target 2 and the substrate holding stand 6 holding the substrate 5, Install the high frequency antenna coil 3 and this high frequency antenna coil 3 is received, After making the weld slag space 9 generate high-density plasma beforehand by supplying high-frequency power via the impedance matching circuit (matching box) 7 from the RF generator device 8, direct current power is supplied to the target 2 from DC power supply 11, and it is made to perform high-speed weld slag at it. An exhaust port to exhaust 4 to a plasma shield grid and for 24 exhaust the inside of the vacuum chamber 1 to a vacuum and 25 are gas inlets which introduce sputtering gas, such as argon gas.

[0008]This sputter device has the following features compared with a magnetron type sputter device or high-frequency-discharge plasma support type magnetron sputtering equipment.

(1) Plasma required for ionization of high-speed weld slag and sputtered particles is generated with the high-frequency power chiefly supplied to the high frequency antenna coil 3, and the generated plasma is shut up into this coil 3. For this reason, even if it does not constitute a magnetic circuit special to the target 2 circumference, the plasma density of weld slag space turns into high density 10^{12} / more than cm^2 , for example.

(2) Since the structure of a cathode electrode of holding the target 2 from the thing of the above (1) becomes easy and high-speed weld slag becomes possible like a nonmagnetic material also to a ferromagnetic material with a thickness of not less than 10 mm, the restrictions to the kind and shape of a target material are eased substantially.

(3) Since the material of the target 2 is exhausted almost uniformly throughout a sputtering surface, the utilization efficiency of material is dramatically good, and also after operating for a long time, a discharge characteristic and the weld slag characteristics (a sputtering rate, the directivity of sputtered particles, etc.) hardly change.

(5) the ionization rate of sputtered particles is markedly alike compared with it of the usual sputter device, and high, and since the energy of ion has gathered, formation membraneous quality is substantially controllable by the electric field or a magnetic field.

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, following SUBJECT occurs in such a conventional sputter device.

(2) The portion of the side which some high frequency antenna coil materials carry out weld slag depending on weld slag conditions although it is small, and it has not faced the target 2 of the high frequency antenna coil 3 in particular, Since the target material by which weld slag was carried out does not adhere, the weld slag of the high frequency antenna coil material is carried out, and this mixes into a formation film and may reduce the purity of a formation film.

(4) The weld slag characteristic gets worse with reduction of discharge-gas-pressure power, in the low-gas-pressure power field below 10^{-1} Pa, discharge stops and weld slag membrane formation becomes impossible.

[0010] In view of the above points, it succeeds in this invention, and it aims at improvement in the fast performance of this device, and expansion of an application range by solving many above-mentioned problems, harnessing many outstanding features which an inductive-coupling type high frequency plasma sputtering system has.

[Means for Solving the Problem]In order to attain the above-mentioned purpose, it constitutes from this invention as follows.

[0013] Since a sputtering surface of a target has been arranged inside a high frequency coil with high plasma density according to this invention, generated high-density plasma will be used efficiently

because of weld slag, membrane formation speed increases, and productivity improves.

[0014]In one embodiment of this invention, it replaces with said target at said direct current power, and supply of high-frequency power is enabled.

[0015]Since according to this invention it can replace with a target at direct current power and high-frequency power can also be supplied, it also becomes possible to carry out the weld slag of the dielectric materials, such as quartz and alumina.

[0016]While making said target into a rod-like structure prolonged in a longitudinal direction in other embodiments of this invention, inserting the end side of the longitudinal direction inside said high frequency coil and considering it as said sputtering surface, According to consumption of a target material by the side of said end, a sputtering surface by the side of this end makes it move to a longitudinal direction, and supplies said target so that it may be located inside said high frequency coil.

[0017]Here, if a rod-like structure is cylindrically prolonged in a longitudinal direction, the thickness is not limited not only in linear shape, but a thin line object, a columnar body, etc. are not necessarily included.

[0018]According to this invention, even if a target is quickly corroded and exhausted by high-speed weld slag, by moving a target of a rod-like structure prolonged in a longitudinal direction, a target material can be supplied and continuous running covering a long time becomes possible by this.

[0019]In a desirable embodiment of this invention, said target was used as a main target, and this main target has been arranged at one end slippage of said high frequency coil, and arranges an annular auxiliary target in which direct current power is supplied in said vacuum chamber to the other end side of said high frequency coil.

[0020]Here, material of a main target and an auxiliary target may be the same, and it may differ, and when it is considered as a different material, membrane formation which a different material mixed can be performed.

[0021]According to this invention, since an auxiliary target by the side of the other end has been arranged to one end slippage of a high frequency coil, a main target to a high frequency coil. A target material adheres from both targets, and while being able to prevent weld slag of high frequency coil material and being able to prevent a purity fall of a formation film by this, since the weld slag of the two targets is carried out simultaneously, membrane formation speed can be raised.

[0022]In other embodiments of this invention, it replaces with said auxiliary target at said direct current power, and supply of high-frequency power is enabled.

[0023]Since according to this invention it can replace with direct current power and high-frequency power can also be supplied, it also becomes possible to carry out the weld slag of the dielectric materials, such as quartz and alumina.

[0024]In an embodiment of further others of this invention, it has a magnetic field applying means which adds a vertical DC magnetic field to weld slag space to a medial axis inside said high frequency coil.

[0025]According to this invention, for example, high-speed weld slag stable also in a low-gas-pressure power field of a 10^{-2} Pa stand becomes possible, and the tracking of sputtered particles can be improved substantially.

[0026]

[Embodiment of the Invention](Embodiment 1) Drawing 1 is an outline lineblock diagram of the sputtering system concerning one embodiment of this invention.

[0027]The vacuum chamber 1 is carrying out cylindrical shape 160 mm in diameter, and 100 mm in height, consists of metal, for example, stainless steel, and is grounded, for example. While the plate-like main target 2, the spiral high frequency antenna coil 3, and the plasma shield grid 4 are installed in the inside of this vacuum chamber 1, the main target 2 is countered and the substrate 5 is held at the substrate holding stand 6. An exhaust port for 24 to exhaust the inside of the vacuum chamber 1 to a vacuum and 25 are gas inlets which introduce sputtering gas, such as argon gas.

[0028]The main target 2 is carrying out 100 mm and 5-mm-thick discoid from 40 mm in diameter, for example, and water cooling is given from the back.

[0029]For example, using a copper pipe 6 mm in diameter, bending of the high frequency antenna coil 3 for plasma excitation is spirally carried out so that it may become 60 mm - 120 mm in diameter, and four to six numbers of turns, and he is trying to let cooling water pass in this copper pipe. This high frequency antenna coil 3 is connected to the RF generator device 8 with a frequency of 13.56 MHz via the impedance matching circuit 7.

[0030]The plasma shield grid (mesh grid electrode) 4 of about 24 meshes which consists of stainless steel etc., At the same time it shuts up the plasma generated by radio-frequency energy into the high frequency antenna coil 3 and raises the plasma density of the weld slag space 9, It prevents plasma contacting the substrate 5 at the time of membrane formation, and important work is carried out when controlling the energy of the ionization sputtered particles which enter into the substrate 5 using plasma potential controllable by the auto-bias resistance further connected to the matching circuit which is not illustrated.

[0031]According to this embodiment, the main target 2 is installed so that it may come to inside about 10 mm, namely, so that a sputtering surface may be located inside spiral from the end of the high frequency antenna coil 3, for example.

[0032]The circular auxiliary target 10 the outer diameter of 100 mm and 60 mm in inside diameter is arranged, and this auxiliary target 10 is water-cooled at the other end side of the high frequency antenna coil 3, for example.

[0033]The switch circuits 17 and 18 are established in these two targets 2 and 10 so that 13.56-MHz high-frequency power can be switched and supplied via the impedance matching circuits 15 and 16 from the direct current power or the RF generator devices 13 and 14 from DC power supplies 11 and 12.

[0034]The substrate holding stand 6 can impress now direct current voltage for board bias -, for example, 0, and -300V, or high frequency voltage with a frequency of 13.56 MHz if needed, as shown

in a figure.

[0035]Next, the operation of the device of this embodiment is explained.

[0036]First, after exhausting the inside of the vacuum chamber 1, the argon gas of a high grade is introduced in the vacuum chamber 1, the gas pressure is made into a predetermined pressure, for example, 5 Pa, and predetermined high-frequency power with a frequency of 13.56 MHz, for example, 300W, is applied to the high frequency antenna coil 3. Discharge of argon gas starts at this time, and the generated plasma is shut up nearly thoroughly into the high frequency antenna coil 3, for example, becomes high-density [$10^{12} / \text{cm}^3$ stand], and emits light intensely with a red purple color peculiar to argon gas.

[0037]Next, if the direct current voltage for weld slag of -200V - -1000V is applied to the main target 2 and the auxiliary target 10, respectively, a lot of not less than 800-mA shock ion current will flow, and high-speed weld slag will start. Thus, the generated high-density sputtered particles are received from the argon atoms which excited energy still more nearly required for ionization during flight toward the substrate 5 at high frequency electromagnetic field, argon ion, or metastable level, and are ionized at a very high rate. The color of the weld slag space at this time changes to a thing peculiar to a target material. For example, in the case of iron, in the case of copper, it becomes green blue.

[0038]Generating of high density plasma is performed in this embodiment by the radio-frequency energy chiefly added to the high frequency antenna coil 3, A direct current or radio-frequency energy added to both the targets 2 and 10 is used to make the positive ion in plasma collide on the surface of this, and to carry out weld slag, and has hardly contributed to generating of plasma. Therefore, thin film-ized materials, such as various shape, for example, rod form, and thin line state, can be used as a target.

[0039](Embodiment 2) Drawing 2 is an outline lineblock diagram of the sputtering system concerning other embodiments of this invention, and gives the same reference mark to the portion corresponding to an above-mentioned embodiment.

[0040]In this embodiment, replace with the plate-like main target 2, for example, the cylindrical main target 2-1 15 mm in diameter is used, While tip part 2-1a which is an end side of this main target 2-1 installs so that it may come to the central part of the high frequency antenna coil 3, it left the tip part of this, for example, 10 mm - 15 mm, and it maintained other portions at earth potentials, for example, has covered them with the copper pipe 19 20 mm in diameter. By this, ion comes to carry out the shock only of the tip part 2-1a of the main target 2-1. Therefore, temperature rises locally at the same time the weld slag of this tip part 2-1a is carried out at high speed. The amount of weld slag not only increases, but by this rise in heat, depending on material, it will come to be accompanied by sublimation or evaporation, and membrane formation speed will increase quickly.

[0041]In this embodiment, on the outside of the base of the copper pipe 19. While arranging the annular magnet 20, while being equipped with the ferromagnetics 21, such as nickel, the main target 2-1 is slidably supported by other end 2-1b of the main target 2-1 in the copper pipe 19 by the support member 22 at the longitudinal direction (axial method).

[0042]A target material can be continuously supplied by storing a lot of weld slag materials, moving the magnet 20 for the daily dose exhausted during operation, and moving the main target 2-1 by this.

[0043]The transfer rod using long bellows etc., etc. may constitute the moving mechanism of the main target 2-1. It may enable it to supply a target material from the outside of a vacuum chamber with a Wilson seal etc.

[0044]The sputtering system of this embodiment not only can fit the continuous high-speed weld slag membrane formation covering a long time in this way, but is applicable to the rare material of thin line state.

[0045]Other composition is the same as that of above-mentioned Embodiment 1.

[0046](Embodiment 3) Drawing 3 is an outline lineblock diagram of the sputtering system concerning the embodiment of further others of this invention, and gives the same reference mark to the portion corresponding to above-mentioned Embodiment 1.

[0047]According to this embodiment, on both sides of the vacuum chamber 1, the placed opposite of the magnet 23 of the couple as a magnetic field applying means which adds a vertical DC magnetic field to the weld slag space 9 to the medial axis 26 of the spiral shown with the imaginary line inside the high frequency antenna coil 3 is carried out to the outside of the vacuum chamber 1.

[0048]In this embodiment, with these magnets 23, tens of gauss, for example preferably, It will be in the state of a kind of ECR discharge, and came to be able to perform high-speed weld slag stable also in the low-gas-pressure power field of 10^{-1} Pa - a 10^{-2} Pa stand by adding a 10-30 gauss DC magnetic field, for example.

[0049]The magnet 23 may be not only a couple but one piece, or three pieces or more.

[0050]Other composition is the same as that of above-mentioned Embodiment 1.

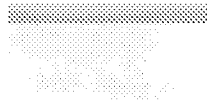
[0051](Other embodiments) In above-mentioned Embodiment 2, it may constitute so that the magnet 23 of Embodiment 3 may be formed and a DC magnetic field may be impressed.

[0052]

[Effect of the Invention]Since the sputtering surface of a target has been arranged inside a high frequency coil with high plasma density as mentioned above according to this invention, the generated high-density plasma will be used efficiently because of weld slag, membrane formation speed improves, and productivity improves.

[0053]Since the auxiliary target has been arranged for the main target to the other end side, while being able to prevent the weld slag of high frequency coil material to one end slippage of a high frequency coil and being able to prevent the purity fall of a formation film to it, since the weld slag of the two targets is carried out simultaneously, membrane formation speed can be raised further.

[0054]Even if a target is quickly corroded and exhausted by high-speed weld slag, by moving the target of the rod-like structure prolonged in a longitudinal direction, a target material can be supplied and continuous running covering a long time becomes possible by this.



[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is an outline lineblock diagram of one embodiment of this invention.

[Drawing 2]It is an outline lineblock diagram of other embodiments of this invention.

[Drawing 3]It is an outline lineblock diagram of the embodiment of further others of this invention.

[Drawing 4]It is an outline lineblock diagram of a conventional example.

[Description of Notations]

1 Vacuum chamber

2 and 2-1 main target

3 High frequency antenna coil

4 Plasma shield grid

5 Substrate

9 Weld slag space

10 Auxilliary target

23 Magnet

[Translation done.]

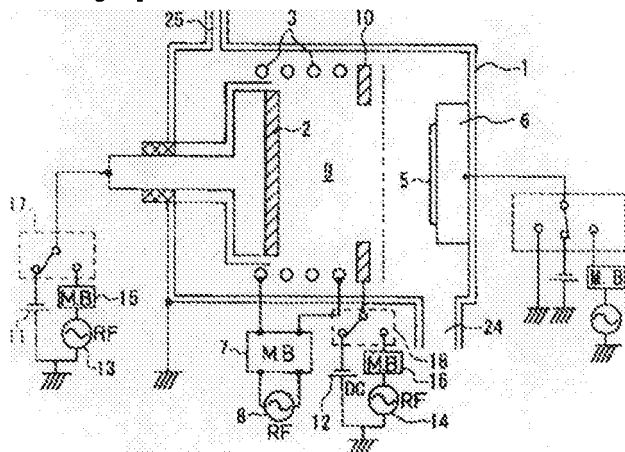
* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

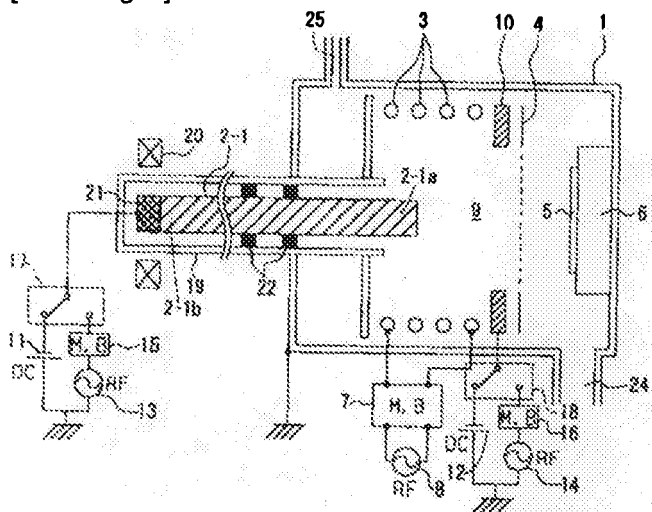
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

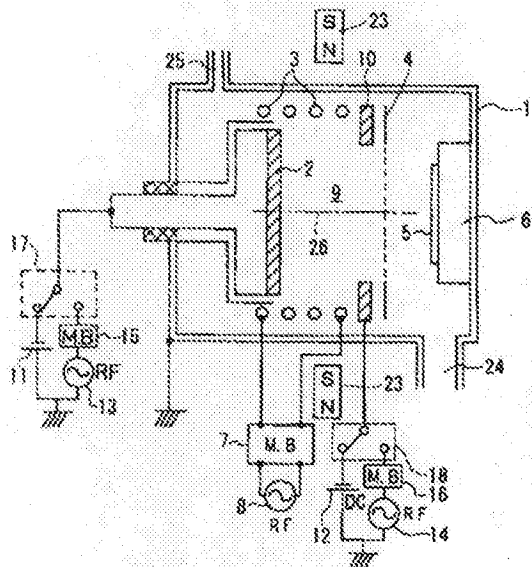
[Drawing 1]



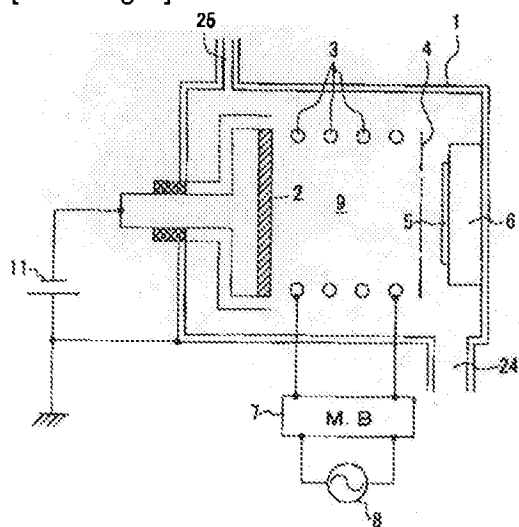
[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-313662

(P2003-313662A)

(43) 公開日 平成15年11月6日 (2003.11.6)

(51) Int. CL⁷

識別記号

F I

ターゲット* (参考)

C 2 3 C 14/44

C 2 3 C 14/44

4 K 0 2 C

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6)

(21) 出願番号 特願2002-124228(P2002-124228)

(22) 出願日 平成14年4月25日 (2002.4.25)

(71) 出願人 502150384

山下 睦雄

大阪府枚方市東香里三丁目12-8

(72) 発明者 山下 睦雄

大阪府枚方市東香里三丁目12-8

(74) 代理人 100086737

弁理士 岡田 和秀

Fターム(参考) 4K029 CA05 DC00 DC13 DC16 DC29

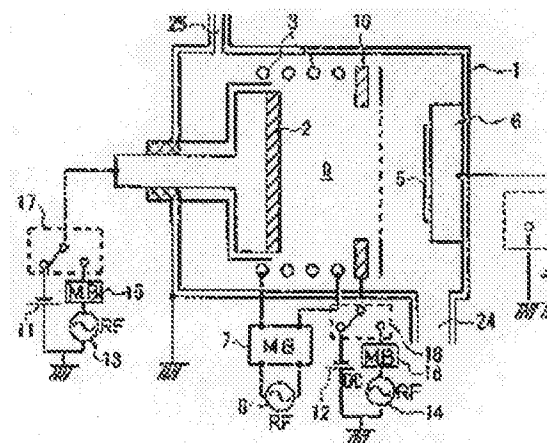
DC34 DC35

(54) 【発明の名称】 スパッタリング装置

(57) 【要約】

【課題】 誘導結合型高周波プラズマスパッタ装置において、成膜速度を高めて生産性を向上させる。

【解決手段】 真空室1内に、直流電力または高周波電力が供給されるターゲット2と、高周波電力が供給される高周波コイル3とを備え、前記ターゲット2のスパッタ面を、プラズマ密度の高い高周波コイル3の内側に配置して高密度のプラズマを効率よく利用している。



(2)

特開2003-3136

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空室内に、直流電力が供給されるターゲットと、高周波電力が供給される高周波コイルとを備え、

前記ターゲットのスパッタ面を、前記高周波コイルの内側に配置したことを特徴とするスパッタリング装置。

【請求項2】 前記ターゲットには、前記直流電力に代えて、高周波電力を供給可能とした請求項1記載のスパッタリング装置。

【請求項3】 前記ターゲットを、長手方向に延びる棒状体とし、その長手方向の一側側を、前記高周波コイルの内側に挿入にして前記スパッタ面とするとともに、前記一端側のターゲット材料の消耗に応じて、該一端側のスパッタ面が、前記高周波コイルの内側に位置するように前記ターゲットを長手方向に移動させて供給する請求項1または2記載のスパッタリング装置。

【請求項4】 前記ターゲットを主ターゲットとし、該主ターゲットは、前記高周波コイルの一側寄りに配置され、

前記真空室内に、直流電力が供給される環状の補助ターゲットを、前記高周波コイルの他側側に配置した請求項1～3のいずれかに記載のスパッタリング装置。

【請求項5】 前記補助ターゲットには、前記直流電力に代えて、高周波電力を供給可能とした請求項4記載のスパッタリング装置。

【請求項6】 スパッタ空間に、前記高周波コイルの内側の中心軸に対して垂直方向の直流磁界を加える磁界印加手段を備える請求項1～5のいずれかに記載のスパッタリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、超微細加工技術や表面処理技術の分野で特に必要とされる各種の高品質、高機能薄膜を効率よく創成するのに好適なスパッタリング装置に関し、さらに詳しくは、誘導結合型高周波放電によって高密度プラズマを得るようにしたスパッタリング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】薄膜形成法の一つであるスパッタ法は、薄膜化材料の種類を広範囲に選ぶことができるとや形成膜の基板への付着強度が高いことなど数多くの特長を

2

子が基板に向かって飛翔中にアルゴン等の放電サカス粒子との衝突によって散乱するため、基板表面に堆積スパッタ粒子のエネルギーやその軌道するのは、非常に困難である。従って、目算しに遠くにいる応用分野、例えば、高品質薄膜を必要とする、超高密度電子回路の製作や新しい高機能開発には対応が困難になってきている。

【0004】これらの問題を解決する手段の一つとして、近年、従来型のマグネトロンスパッタ装置のターゲットの前方にヘリカルアンテナコイルを設置し、高周波電力を供給するようにした高周波放電プラズマ型マグネトロンスパッタ装置が開発されている装置では、高速スパッタに必要な高周波プラズマ主としてターゲットに供給する直流電力または高力によるマグネトロンの放電によって発生しており、ヘリカルアンテナコイルは、専ら放電サポートガスやカソードのイオン化の役目を担うようになっている。【0005】この方法では、ターゲット材料の蒸発を促進して、これの表面近傍にマグネトロンの放電を発生させる必要がある。このため、ターゲットを保持する陰極保持台の構造が複雑になるだけでターゲットの厚みに制約がある。特に鉄のような体材料では、これの厚みが数mm以下に制限された。スパッタ材料が、局部的に消耗して、材料の量を非常に悪くしている。

【0006】この強誘電性材料の高速スパッタをしたものとして、誘導結合型高周波プラズマスパッタ装置が当該特許出願人によって考案され、文献、例M. Yamashita: J. Vac. Sci. Technol., A7, (1989) 1. Mursus Yamashita: J. Vac. Sci. Jpn (真) Vol. 44, Nos. (2001) 32で、既に公開されている。【0007】この誘導結合型高周波プラズマスパッタ装置は、図4に示すように、平板状のターゲット2、基板を保持する基板保持台6との間に、高周波アンテナコイル3を設置し、この高周波アンテナコイル3で、高周波電場装置をからインピーダンス整合回路7を介して高周波電力を供給とによってスパッタ空間9に予め高密度のプラズマを生じさせた後、ターゲット2に、直流電源11から電力を供給して高速スパッタを行なうようにしている。4はプラズマ生成格子、24は真空室内を

(3)

特開2003-3136

3

速に特別な真空回路を構成しなくてもスパッタ空間のプラズマ密度は、例えば、 $10^{11}/\text{cm}^3$ 以上の高密度になる。

(2) 上記(1)のことからターゲット2を保持する陰極電極の構造が簡単になり、10mm以上の厚みをもつ導電性材料に対しても非導電体と同様に高速スパッタが可能になるので、ターゲット材料の種類や形状に対する制約が大幅に緩和される。

(3) ターゲット2の材料がスパッタ面全域でほぼ均一に消耗するので、材料の利用効率が非常によく、長時間運転した後でも放電特性やスパッタ特性(スパッタ速度、スパッタ粒子の方向性等)が殆ど変わらない。

(4) スパッタ速度は、ターゲット2の高圧と高周波電力の何れに対しても直線的に増加するので、スパッタ速度の制御性が非常によい。また放電ガス圧力、ターゲット電圧等の変動に対する安定性も非常に優れている。

(5) スパッタ粒子のイオン化率が、通常のスパッタ装置のそれに比べて格段に高く、且つイオンのエネルギーが揃っているため、蒸界や磁界によって形成膜質を大幅に制御することができる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来のスパッタ装置では、以下のような課題がある。

(1) スパッタ速度とスパッタ粒子のイオン化に直接関係するプラズマ密度は、高周波アンテナコイル3の中心部で高くなる。しかしながら、ターゲット2のスパッタ面が図4に示されるように、このプラズマ密度の高い領域から外れた高周波アンテナコイル3の外側にあるために、発生した高密度プラズマがスパッタのために効率よく利用されていない。

(2) スパッタ条件によっては、種かではあるが高周波アンテナコイル材料の一部がスパッタし、特に、高周波アンテナコイル3のターゲット2に臨んでいない側の部分は、スパッタされたターゲット材料が付着しないために、高周波アンテナコイル材料がスパッタされ、これが形成膜中に混入して形成膜の純度を低下させることがある。

(3) ターゲット2に供給する電力が直流電力だけであるので、石英やアルミナといった誘電体材料をスパッタすることができない。

4

問題点を解決することによって本装置の飛躍的な向上と応用範囲の拡大を図るものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明では、上述を達成するために、次のように構成している。

【0012】すなわち、本発明のスパッタリング装置は、真空室内に、直流電力が供給されるターゲット、高周波電力が供給される高周波コイルとを備え、ターゲットのスパッタ面を、前記高周波コイルの内側に設置している。

【0013】本発明によると、ターゲットのスパッタ面を、プラズマ密度の高い高周波コイルの内側に配るので、発生した高密度のプラズマがスパッタの効率よく利用されることになり、成膜速度が高まり性が向上する。

【0014】本発明の一つの実施態様においてはターゲットには、前記直流電力に代えて、高周波供給可能としている。

【0015】本発明によると、ターゲットには、電力に代えて、高周波電力を供給することもできる石英やアルミナといった誘電体材料をスパッタすることも可能となる。

【0016】本発明の他の実施態様においては、ターゲットを、長手方向に延びる棒状体とし、その向の一側側を、前記高周波コイルの内側に挿入しスパッタ面とするとともに、前記一端側のターゲットの消耗に応じて、該一端側のスパッタ面が、前記高周波コイルの内側に位置するように前記ターゲット方向に移動させて供給するものである。

【0017】ここで、棒状体は、長手方向に棒状のものであれば、必ずしも直線状に限らず、また大きさは限定されず、細い棒状体や柱状体などを意味する。

【0018】本発明によると、ターゲットが高速度によって急速に消耗、消費しても長手方向に延びる棒状体のターゲットを移動させることによって、ターゲット材料を供給できることになり、これによって直る連続運転が可能となる。

【0019】本発明の好ましい実施態様においては、前記ターゲットを主ターゲットとし、該主ターゲットの前記高周波コイルの一側寄りに配置され、前記真

5

ットから付着し、これによって、高周波コイル材料のスパッタを防止して形成膜の純度低下を防止することができるとともに、二つのターゲットを同時にスパッタするので成膜速度を高めることができる。

【0022】本発明の他の実施態様においては、前記補助ターゲットには、前記直流電力に代えて、高周波電力を供給可能としている。

【0023】本発明によると、直流電力に代えて、高周波電力を供給することもできるので、石英やアルミナといった誘電体材料をスパッタすることも可能となる。

【0024】本発明の更に他の実施態様においては、スパッタ空間に、前記高周波コイルの内側の中心軸に対して垂直方向の直流磁界を加える磁界印加手段を備えている。

【0025】本発明によると、例えば、 10^{-4} Pa台の低ガス圧力領域でも安定した高速スパッタが可能となり、スパッタ粒子の直進性を大幅に高めることができる。

【0026】

【発明の実施の形態】（実施の形態1）図1は、本発明の一つの実施の形態に係るスパッタリング装置の概略構成図である。

【0027】真空室1は、例えば、直径160mm、高さ100mmの円筒状をしており、金属、例えば、ステンレス鋼からなり、接地されている。この真空室1の内部には、平板状の主ターゲット2、螺旋状の高周波アンテナコイル3、プラズマ遮蔽格子4が設置されるとともに、主ターゲット2に対向して、基板5が、基板保持台6に保持されている。なお、24は真空室1内を真空に排気するための排気口、25はアルゴンガスなどのスパッタガスを導入するガス導入口である。

【0028】主ターゲット2は、例えば、直径40mmから100mm、厚さ5mmの円盤状をしており、背面から水冷が施されている。

【0029】プラズマ励起用の高周波アンテナコイル3は、例えば、直径6mmの銅パイプを用いて、直径60mm～120mm、巻き数4～6回になるように螺旋状に曲げ加工し、この銅パイプの中に冷却水を通すようにしている。この高周波アンテナコイル3は、インピーダンス整合回路7を介して、周波数13.56MHzの高周波電源装置8に接続されている。

(4)

特開2003-3136

6

【0031】この実施の形態では、主ターゲットスパッタ面が、高周波アンテナコイル3の一端例えば、10mm程度中にくるように、すなわち、内側に位置するように設置される。

【0032】さらに、高周波アンテナコイル3の中には、例えば、外径100mm、内径60mmの補助ターゲット10が、配置されており、このターゲット10は、水冷されている。

【0033】これら二つのターゲット2、10に、後述の11、12からの直流電力または高周波電力3、14からインピーダンス整合回路15、17を介して13.56MHzの高周波電力を、切替えてできるように切換回路17、18が設けられている。

【0034】基板保持台6は、図に示されるように、要に応じて基板バイアス用の直流電圧、例えば、300Vまたは周波数13.56MHzの高周波印加できるようにしている。

【0035】次に、この実施の形態の装置の作動を説明する。

【0036】まず、真空室1内を排気した後、室内に高純度のアルゴンガスを導入してそのガス圧を一定の圧力、例えば、5Paにし、周波数13.56MHzの所定の高周波電力、例えば、300Wを高周波アンテナコイル3に加える。このときアルゴンガスの始まり、発生したプラズマは、高周波アンテナコイル3の中にはほぼ完全に閉じ込められて、例えば、10mm台の高密度となり、アルゴンガス特有の赤紫色に発光する。

【0037】次に、主ターゲット2と補助ターゲット10とにそれぞれ-200V～-1000Vのスパッタ直流電圧を加えると、300mA以上の多量の誘導電流が流れて高速スパッタが始まる。このよう発生した高密度のスパッタ粒子は、基板5に向かう途中にさらにイオン化に必要なエネルギーを高周波界やアルゴンイオンあるいは不安定単位に励起したアルゴン原子から受け取って非常に高い割合でイオン化する。このときのスパッタ空間の色は、ターゲット固有のものになる。例えば、鉄の場合には青色の場合には緑色になる。

【0038】この実施の形態では、高密度プラズマは専ら高周波アンテナコイル3に加えられる高

(5)

特開2003-3136

7

8

符号を付す。

【0040】この実施の形態では、平板状の主ターゲット2に代えて、例えば、直径15mmの棒状の主ターゲット2-1を使用しており、この主ターゲット2-1の一端側である先端部2-1aが、高周波アンテナコイル3の中心部にくるように設置するとともに、この先端部、例えば、10mm～15mmを残して他の部分を接地電位に保った、例えば、直径20mmの銅パイプ19で覆っている。これによって、イオンが主ターゲット2-1の先端部2-1aのみを衝撃するようになる。したがって、この先端部2-1aは、高速でスパッタされると同時に局部的に温度が上昇する。この温度上昇によってスパッタ量が増すだけでなく、材料によっては昇華あるいは蒸発を伴うようになり、成膜速度が急速に増すことになる。

【0041】この実施の形態では、銅パイプ19の基部の外側には、環状の磁石20を配置するとともに、銅パイプ19内の主ターゲット2-1の他端2-1bには、ニッケル等の強磁性体21が装着されるとともに、支持部材22によって主ターゲット2-1が長手方向（軸方向）に移動可能に支持されている。

【0042】これによって、多量のスパッタ材料を蓄えておき、運転中に消耗する分を、磁石20を移動させて主ターゲット2-1を移動させることによって、ターゲット材料を、連続的に補給することができる。

【0043】なお、長尺のベローズなどを用いたトランスファーロッド等によって主ターゲット2-1の移動機構を構成してもよい。また、ウォルソンシールなどによって、ターゲット材料を、真空室外から補給できるようにしてもよい。

【0044】この実施の形態のスパッタリング装置は、このように長時間に亘る連続した高速スパッタ成膜に適するだけでなく、細線状の希少材料に対しても適用することができる。

【0045】その他の構成は、上述の実施の形態1と同様である。

【0046】（実施の形態3）図3は、本発明の更に他の実施の形態に係るスパッタリング装置の概略構成図であり、上述の実施の形態1に対応する部分には、同一の参照符号を付す。

【0047】この実施の形態では、真空室1の外側に

って、例えば、数十ガウス、好ましくは、10～100ガウスの直線磁界を加えることによって、一極のE偏の状態となり、例えば、 10^{-1} Pa～ 10^{-4} Paの低ガス圧力領域でも安定した高速スパッタができるようになった。

【0049】なお、磁石23は、一對に限らず、あるいは3個以上であってもよい。

【0050】その他の構成は、上述の実施の形態様である。

10 【0051】（その他の実施の形態）上述の実施2において、実施の形態3の磁石23を設けて直を印加するように構成してもよい。

【0052】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、タのスパッタ面を、プラズマ密度の高い高周波コ内側に配置したので、発生した高密度のプラズマッタのために効率よく利用されることになり、成が向上して生産性が向上する。

20 【0053】また、高周波コイルの一端寄りに主ットを、他端側に補助ターゲットを配置したので波コイル材料のスパッタを防止して形成膜の純度防止することができるとともに、二つのターゲット時にスパッタするので成膜速度を一層高めることる。

【0054】さらに、ターゲットが高速スパッタで急速に侵食、消耗しても長手方向に延びる棒状ターゲットを移動させることによって、ターゲット補給することができ、これによって、長時間に亘運転が可能となる。

30 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一つの実施の形態の概略構成図る。

【図2】本発明の他の実施の形態の概略構成図で

【図3】本発明の更に他の実施の形態の概略構成る。

【図4】従来例の概略構成図である。

【符号の説明】

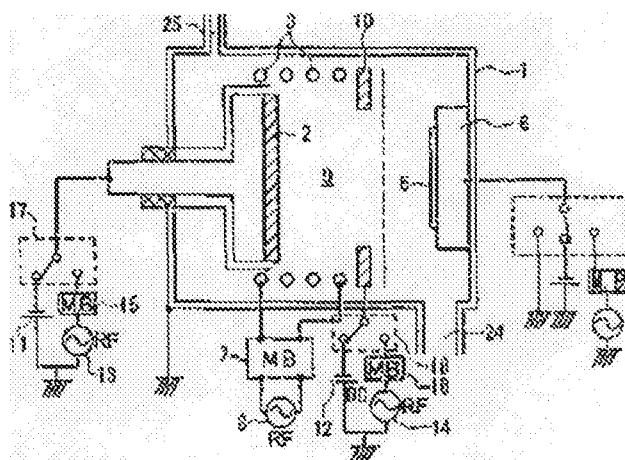
1 真空室
2, 2-1 主ターゲット
3 高周波アンテナコイル
4 プラズマ遮蔽格子

40

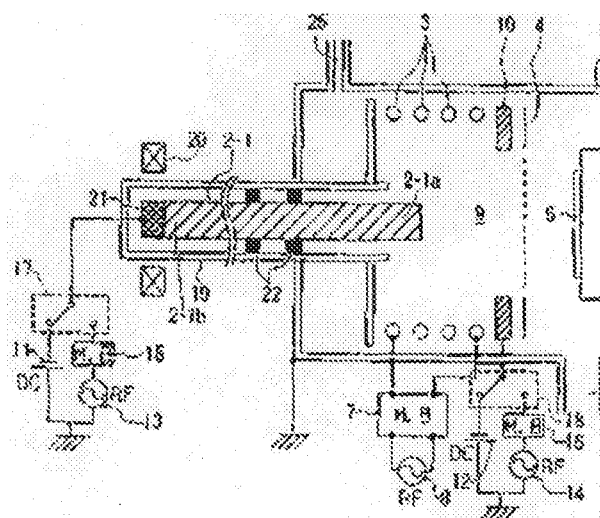
(6)

特開2003-31366

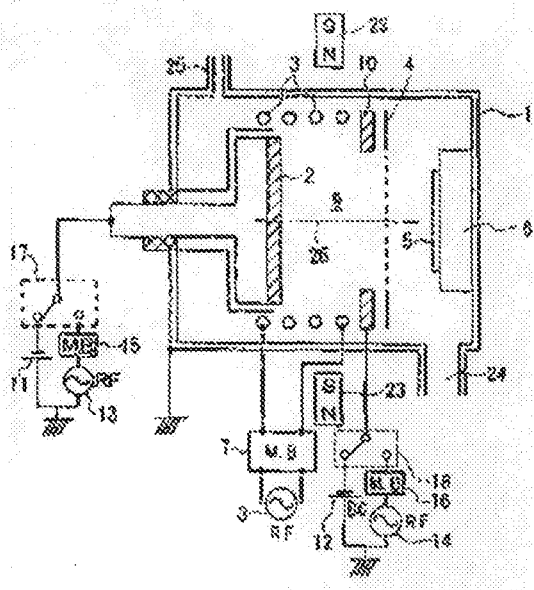
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

